



2621

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Koji TAKAHASHI

Appln. No.: 09/939,703

2
DW
11/29/01
Group Art Unit: 2621

Confirmation No.: 4454

Examiner: Not Yet Assigned

Filed: August 28, 2001

For: METHOD AND APPARATUS FOR CORRECTING WHITE BALANCE, METHOD FOR CORRECTING DENSITY AND A RECORDING MEDIUM ON WHICH A PROGRAM FOR CARRYING OUT THE METHODS IS RECORDED

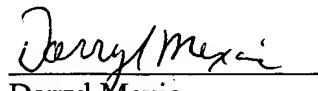
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith are certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,



Darryl Mexic
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan 2000-257469
Japan 2001-074170

Date: November 15, 2001

Koji TAKAHASHI, et al.
Filed: August 28, 2001
Q63861 Appln. No.: 09/939,70
Group Art Unit: 2621
(202) 293-7060

1 of 1

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 8月28日

出願番号
Application Number:

特願2000-257469

願人
Applicant(s):

富士写真フィルム株式会社

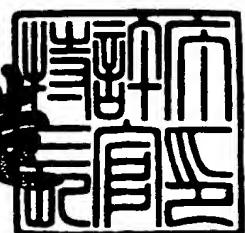
RECEIVED
NOV 20 2001
Technology Center 2600

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

佐川耕三



【書類名】 特許願
【整理番号】 FF310049
【提出日】 平成12年 8月28日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04N 9/73
【発明の名称】 ホワイトバランス補正装置及びホワイトバランス補正方法並びにその方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体
【請求項の数】 11
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フィルム株式会社内
【氏名】 高橋 公治
【特許出願人】
【識別番号】 000005201
【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社
【代理人】
【識別番号】 100080159
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡辺 望稔
【電話番号】 3864-4498
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 006910
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9800463

特2000-257469

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホワイトバランス補正装置及びホワイトバランス補正方法並びにその方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび／または肌色の色情報を用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定し、

該推定された色温度により、前記カラー画像の画像信号を補正することを特徴とするホワイトバランス補正方法。

【請求項2】

グレーおよび肌色の色情報のみを用いることを特徴とする請求項1に記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項3】

前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、および／または、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、該肌色候補画素および／またはグレー候補画素の個数が最大となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群および／またはグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、

前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにした請求項1に記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項4】

前記肌色候補画素およびグレー候補画素の個数が最大となるように係数を最適化して得られる肌色候補画素群およびグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から撮影光源の色温度を推定する請求項3に記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項5】

前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、また

、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、該肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群及びグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、

前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにした請求項1に記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項6】

前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、また、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、

該肌色候補画素及びグレー候補画素の個数が最大となり、かつ、該肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群及びグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、

前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにした請求項1に記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項7】

前記肌色及びグレーの黒体軌跡曲線を設定する際に、分光感度分布として、前記入力画像を撮影した撮影装置の分光感度を用いるようにした請求項2～6のいずれかに記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項8】

前記肌色及びグレーの黒体軌跡曲線を設定する際に、分光感度分布として、BT709の分光感度を用いるようにした請求項2～6のいずれかに記載のホワイトバランス補正方法。

【請求項9】

入力されたカラー画像に対して、デジタル画像処理を施しプリントを作成する際の、ホワイトバランスを補正するホワイトバランス補正装置であって、

入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび／または肌色の色情報を用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定する手段と、前記推定された色温度により前記カラー画像の画像信号を補正する手段と、を備えたことを特徴とするホワイトバランス補正装置。

【請求項10】

前記撮影光源の色温度を推定する手段は、前記入力されたカラー画像の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算する手段と、

前記乗算の結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を検出する肌色候補画素検出手段、及びグレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を検出するグレー候補画素検出手段と、

前記肌色候補画素の個数及び前記グレー候補画素の個数が最大となるように前記係数を最適化する手段、または前記肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように前記係数を最適化する手段の少なくとも一方と、

前記肌色候補画素群の平均色温度及びグレー候補画素群の平均色温度から、撮影光源の色温度を算出する手段と、を有し、

また、前記カラー画像の画像信号を補正する手段は、前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正する手段である請求項9に記載のホワイトバランス補正装置。

【請求項11】

請求項1～8のいずれかに記載のホワイトバランス補正方法を、コンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータにより読み取り可能に記録したことを特徴とする、前記ホワイトバランス補正方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力画像信号に対して、デジタル画像処理を施し、プリントを作成

する際のホワイトバランスを補正する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、銀塩写真技術における露光系では、一般にアナログ露光（面露光、直接露光）によってプリントが行われていた。すなわち、現像済みのネガフィルムを所定の焼き付け位置に位置決めして、白色光源（ハロゲンランプ等）からの光を照射し、ネガフィルムからの透過画像を印画紙に結像して露光していた。

【0003】

これに対して、近年では、デジタル露光を利用する焼き付け装置、すなわち、ネガフィルムやカラーリバーサルフィルム等の写真フィルムに記録された画像を光電的に読み取って、読み取った画像をデジタル信号とした後、種々の画像処理を施して記録用の画像データとし、この画像データに応じて変調した記録光によって感光材料を走査露光して画像（潜像）を記録し、（仕上がり）プリントとするデジタルフォトプリンタが実用化されている。

【0004】

このようなデジタルフォトプリンタにおいては、画像をデジタル画像データとして取り扱うので、フィルムに撮影された画像のみならず、デジタルスチルカメラ（D S C）等で撮影された画像や、CD-Rやフロッピーディスク、リムーバブルハードディスク（Z i p、J a z等）等の磁気記録媒体、MOディスク（光磁気記録媒体）等の各種の記録媒体にデジタルデータとして記録された画像データについても、画像処理を施してプリントとして出力することができる。

【0005】

従来、カラーネガフィルムは、多数の一般ユーザによって広く利用されており、そのネガフィルムへの原稿画像の撮影状態は必ずしも一様ではなく、例えば昼光や蛍光灯等の様々な光源下で使用されている。従って、現像済ネガフィルムからプリントを作成する場合、プリント光源の光質を一定にして、焼き付けを行うと、撮影光源の色味が直接プリントに反映されてしまい、不適切なプリントになってしまることがあった。

【0006】

そのため、従来、プリント上でホワイトバランスを調整するために様々な工夫がなされてきた。その中の代表的なものとして、「世の中の色をすべて平均すればグレーである。」というエバンスの原理（仮説）に基づく、LATD方式がある。LATD (Large Area Transmission Density、大面積平均透過濃度) とは、画面全体の平均透過濃度のことをいい、LATD方式とは、カラーネガフィルムの各コマのLATDを測定し、そのRGB濃度の大小によりプリント光源の光質を変化させることによりプリント上の平均色をグレーに近づけるというものである。

【0007】

一方、近年、デジタルスチルカメラ (DSC) が急激に普及し始めている。DSCは、シーンを撮像するという意味でカラーネガと同一視できるが、根本的に異なる点がある。それは、カラーネガフィルムに撮影された画像は、それ自体を観察することはないのに対し、DSC画像は、直接鑑賞の対象になるということである。そのため、DSC画像は、これをプリントとして出力する以前に、DSC画像自体がホワイトバランスの取れた美しい画像でなくてはならない。カラーネガフィルムと同様にDSCも様々な光源下で撮影するため、ホワイトバランスを補正する機能がないと、不満足な画像となってしまうため、最近のほとんどのDSCには、ホワイトバランス補正を自動的に行うAWB (Auto White Balance) 機能が搭載されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述したLATD方式は、一定の成果をあげてきたが、一方で不都合なプリントをも生み出しているという問題がある。その一つにプリントの色などが偏ってしまうカラーフェリアの発生がある。例えば、赤い服を着た女性のシーンを撮影した画像に対してLATD方式でホワイトバランス補正を行うと、画面全体をグレーにしようとするために、赤の補色であるシアン色が画面全体に入れられるが、このため赤い服は濁り、女性の顔色は悪くなってしまう。

また、画面全体として赤みのシーンの場合、それが光源によるものか、被写体によるものかの区別ができないため、LATD方式では、原因が光源の場合には

うまくいくが、原因が被写体の場合には、上のようなカラーフェリアを引き起こすという問題がある。

【0009】

また、前記DSCのAWB機能は基本的にネガフィルム/プリント系と同様に前記エバンスの原理に基づいており、ネガフィルム/プリント系のLATDによるホワイトバランス補正と同様の問題を有している。

すなわち、AWB後のDSC画像は、エバンスの原理の平均性能として約60~70%は、カラーバランスのとれた良好な画像となるが、残りの約30~40%は、AWBの作動不良による、何らかのカラーバランス補正をさらに必要とする画像である。従って、DSC画像からプリントを作成する際にホワイトバランス補正をしなければ、これらのプリントの約30~40%は、不満足な、受け入れ難いプリントとなってしまう。

【0010】

以上述べたように、従来技術のエバンスの原理に基づくLATD方式では、画面全体の平均値がグレーという仮説によってホワイトバランス補正を行っているが、この方式では画像中の真のグレーを見い出すことができないためホワイトバランス補正が充分ではなく、却って逆補正してしまう場合も少なくなかった。

本発明は、前記従来の問題に鑑みてなされたものであり、入力された画像データに対してデジタル画像処理を施してプリントを作成する際に、ホワイトバランス補正を適正に、高い得率で実現できる技術を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の第一の態様は、入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび/または肌色の色情報を用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定し、該推定された色温度により、前記カラー画像の画像信号を補正することを特徴とするホワイトバランス補正方法を提供する。また、グレーおよび肌色の色情報のみを用いることが好ましい。

【0012】

また、前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数

を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、および／または、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、該肌色候補画素および／またはグレー候補画素の個数が最大となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群および／またはグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにしたことが好ましい。

また、前記肌色候補画素およびグレー候補画素の個数が最大となるように係数を最適化して得られる肌色候補画素群およびグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から撮影光源の色温度を推定するようにしたことが好ましい。

【0013】

また、前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、また、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、該肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群及びグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにしたことが好ましい。

【0014】

また、前記入力されたカラー画像中の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算し、その結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を肌色候補画素とし、また、グレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素をグレー候補画素として、該肌色候補画素及びグレー候補画素の個数が最大となり、かつ、該肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように、前記係数を最適化して得られる肌色候補画素群及びグレー候補画素群のそれぞれの平均色温度から前記撮影光源の色温度を推定し、前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正するようにしたことが好ましい。

【0015】

また、前記肌色及びグレーの黒体軌跡曲線を設定する際に、分光感度分布として、前記入力画像を撮影した撮影装置の分光感度を用いるようにしたことが好ましい。

【0016】

また、前記肌色及びグレーの黒体軌跡曲線を設定する際に、分光感度分布として、B T 7 0 9 の分光感度を用いるようにしたことが好ましい。

【0017】

また、同様に前記課題を解決するために、本発明の第二の態様は、入力されたカラー画像に対して、デジタル画像処理を施しプリントを作成する際の、ホワイトバランスを補正するホワイトバランス補正装置であって、入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび／または肌色の色情報を用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定する手段と、前記推定された色温度により前記カラー画像の画像信号を補正する手段と、を備えたことを特徴とするホワイトバランス補正装置を提供する。

【0018】

また、前記撮影光源の色温度を推定する手段は、前記入力されたカラー画像の各画素の画像信号に対して、所定の係数を乗算する手段と、前記乗算の結果、肌色の黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を検出する肌色候補画素検出手段、及びグレーの黒体軌跡曲線の近傍に入る画素を検出するグレー候補画素検出手段と、前記肌色候補画素の個数及び前記グレー候補画素の個数が最大となるように前記係数を最適化する手段、または前記肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度との差が最小となるように前記係数を最適化する手段の少なくとも一方と、前記肌色候補画素群の平均色温度及びグレー候補画素群の平均色温度から、撮影光源の色温度を算出する手段と、を有し、また、前記カラー画像の画像信号を補正する手段は、前記最適化された係数が乗算された前記カラー画像信号を、前記推定された色温度と基準白色の色温度との差分だけ補正する手段であることが好ましい。

【0019】

また、同様に前記課題を解決するために、本発明の第三の態様は、請求項1～8のいずれかに記載のホワイトバランス補正方法を、コンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータにより読み取り可能に記録したことを特徴とする、前記ホワイトバランス補正方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体を提供する。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係るホワイトバランス補正装置及びホワイトバランス補正方法並びにその方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体について、添付の図面に示される好適実施形態を基に、詳細に説明する。

【0021】

図1は、本発明に係るホワイトバランス補正装置の一実施形態の概略を示すブロック図である。

図1に示すホワイトバランス補正装置は、入力画像信号に対して、デジタル画像処理を施し、プリントを作成する際の、ホワイトバランス補正を行うためのものであり、例えば、デジタルフォトプリンタ等の画像処理装置内に設置される。

【0022】

図1において、ホワイトバランス補正装置10は、主に、入力カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定する光源色温度推定手段12と、該光源色温度推定手段12によって推定された撮影光源の色温度を用いて、ホワイトバランス補正を行う画像信号補正手段14とを有して構成される。

また、光源色温度推定手段12は、係数乗算手段16、肌色候補検出手段18、グレー候補検出手段20、係数最適化手段22および光源色温度算出手段24によって構成される。

【0023】

これらの各手段の働きについて説明する前に、まず本発明の原理を説明することとする。

従来のホワイトバランス補正は、前述したように、色が偏っていた場合には、エバンスの原理に基づいて、画面全体の色の平均がグレーになるように補正をし

ていたのであるが、これに対し、本発明は、画面の中からグレーの部分を積極的に探してそのグレーの候補点がプリント上でグレーに仕上がるよう露光されるように補正しようというものである。

【0024】

カラーネガフィルムの場合でも、デジタルスチルカメラ（DSC）の場合でも、ホワイトバランス補正の方法は同じであり、以下DSCにより、一般的な条件でシーンを撮影した場合を例にとり説明することとする。

例えば、DSCにより、色温度4000Kの自然昼光でグレー部分（グレーおよびその近似色）を含むシーンを撮影した場合を考える。

このとき、撮影したグレー部分の画像信号（R, G, B）を次の式（1）

$$\begin{aligned} r &= R / (R + G + B) \\ b &= B / (R + G + B) \end{aligned} \quad \cdots \cdots \quad (1)$$

により、色度座標（r, b）に変換して、色度図にプロットする。

【0025】

図2に色度図を示す。図2において、曲線Gはグレーの黒体軌跡である。黒体軌跡とは、良く知られているように、色温度をT、色温度Tの黒体放射エネルギー分布をP(λ)、被写体の分光反射率分布をρ(λ)、CCDセンサの分光感度分布をSi(λ)（ただし、i=B, G, R）としたとき、次の式（2）

$$E_i = \int P(\lambda) \rho(\lambda) S_i(\lambda) d\lambda \quad \cdots \cdots \quad (2)$$

で計算されるEiを上の式（1）により色度座標（r, b）に変換して色度図にプロットしたとき、色温度Tを動かしたときの軌跡である。

黒体軌跡は、CCDセンサの分光分布および被写体の色ごとに存在し、グレーの黒体軌跡は、被写体をグレーとしたときの被写体の分光反射率ρ(λ)を1として得られる。典型的なCCDセンサの分光感度分布を図3に示した。Si(λ)は、このようなCCDセンサ固有のものを使うことが好ましいが、図5に示すようなBT709の理想分光感度分布を用いてもよい。

【0026】

上に述べたグレー部分の画像信号を図2の色度図にプロットすると、グレーの黒体軌跡Gの4000Kの近傍G0に散布すると考えられる。

しかし、最近のDSCは、ほとんどAWB（オートホワイトバランス）機能を有しているため、この機能が上手く作動した場合には、グレー部分は標準白色（例えば、5500K）の近傍G1に散布するが、逆にこの機能が上手く作動しなかった場合には、撮影温度4000Kから離れた位置不明な場所（例えば、図2中符号Aで示す場所）に散布してしまう。

【0027】

そこで、DSC画像に含まれる、図2に符号Aで示すような位置不明のグレー部分を標準白色（例えば、5500K）の近傍G1に変換するために、プリンタ側でホワイトバランス補正が行われる。この変換をすべての画素に適用することにより、グレーバランスのとれた美しいプリントが得られるものと期待される。

図2のAの部分の位置は不明であるので、Aを標準白色（例えば、5500K）の近傍G1へ直接変換するのは不可能である。そこで、本発明では、この変換を2段階で行うこととした。

【0028】

すなわち、図2に2つのベクトル α および β によって表される変換である。

ここで、ベクトル α は、DSC側のAWB機能の不完全性により引き起こされた黒体軌跡Gからのずれ量を補正するベクトルである。ベクトル α による変換で図2のAの部分が黒体軌跡G上の部分G0に変換される。

また、ベクトル β は、黒体軌跡G上のG0の部分を標準白色（例えば、5500K）の近傍G1に変換するベクトルである。

従って、この2つのベクトル α および β の合成により、図2のAから標準白色（例えば、5500K）の近傍G1への変換が実現される。

【0029】

ここで図1の各手段の説明に戻ることとする。

いま、説明した2つのベクトル α および β による2段階の変換のうち、図2のAの部分を黒体軌跡G上のG0に移す変換を表すベクトル α を求めるることは難しい。このG0が求められれば、これから撮影光源の色温度Tを推定することができる。そして、黒体軌跡G上でこのG0（色温度T）をG1（色温度5500K）へ移す変換を表すベクトル β を求めるのはたやすい。

このベクトル α を求め、この変換を行うのが光源色温度推定手段12であり、ベクトル β を求め、この変換を行うのが画像信号補正手段14である。

【0030】

DSCのAWB機能は、撮影直後の全画素の画像信号R、G、Bを一様に定数倍するように作用する。定数倍という作用は、一次変換である。この作用により、画像信号が黒体軌跡からはずれたとすれば、これと丁度逆の操作をすれば、黒体軌跡上の撮影光源の色温度（今の場合、4000K）近傍（図2のG0）に、多くのグレー部分が散布するようになるはずである。

上記DSCのAWB機能（一次変換）の逆変換も一次変換であるので、DSC画像信号R、G、Bに対して、所定の係数を乗算する（図2では、画像信号R、G、Bを色度座標に変換している。）。この乗算を行うのが係数乗算手段16である。

【0031】

係数乗算手段16では、DSC画像信号R、G、BのうちR、Gに対し、それぞれ所定の係数 α_1 、 α_2 を次の式（3）のように乗算し、R、GをR'、G'に変換する。

$$\begin{aligned} R' &= \alpha_1 R \\ G' &= \alpha_2 G \end{aligned} \quad \dots \dots \quad (3)$$

ここで、この変換は3信号を変化させる必要はなく、2信号で充分である。

本来グレーであるべき点が移動したAは、未知であるため、どれがグレーかはわからない。そこで次に、グレー候補検出手段20では、一次変換を施した信号をグレーの黒体軌跡と比較して、黒体軌跡の近傍として検出される画素をグレーの可能性が高いとして、グレー候補画素とする。近傍であるかの判断は、色度座標(r, b)上で距離0.01の範囲内であるかどうかで行えばよい。

【0032】

係数最適化手段22では、グレー候補検出手段20の検出したグレー候補画素の個数を数えて、グレー候補画素の個数が最大となるように、所定の係数 α_1 、 α_2 を変えながら係数乗算手段16およびグレー候補検出手段20に上と同じ操作を行わせ、係数 α_1 、 α_2 の最適化を行う。

最適化の方法は、特に限定されるものではなく、例えば、数値計算における標準的手法であるシンプレックス法が好適に例示される。このようにして、最適化で求められた一次変換、式(3)の係数 α_1 、 α_2 がDSCのAWB機能の逆操作に対応し、ベクトル α の成分となる。すなわち、 $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ である。

【0033】

また、最適化の精度をより高めるために、グレーの他に色情報を追加することが考えられる。被写体の中で、撮影頻度が高く、種類によって色味の変化が少ない色として肌色が挙げられる。肌色は、人種(白人、黄色人、黒人)によって色味がかなり異なるとも思われるが、測定された分光スペクトルによれば、違うのは主として明るさであり、スペクトルの形はあまり変わらず色味の変化は小さいことがわかる。従って、この肌色の性質は、色の同定に利用できる。

そこで、肌色候補検出手段18において、グレーの場合と同様に肌色についても黒体軌跡を設定し(図示省略)、係数乗算手段16で係数の乗算された画像信号に対して、肌色の黒体軌跡の近傍色として肌色候補画素を検出する。

【0034】

このとき、係数最適化手段22では、肌色候補検出手段18で検出された肌色候補画素の個数をも数え、前述したグレー候補画素の個数と合わせて、これらの個数が最大となるように前記係数 α_1 、 α_2 を最適化する。これにより、係数 α_1 、 α_2 の最適化の精度が向上する。

また、グレー部分と肌色部分を含むシーンを均一光源で撮影した場合、黒体軌跡の近傍色として、検出されるグレー候補画素群および肌色候補画素群の平均色温度は一致すると期待される。そこで、係数最適化手段22における最適化において、「グレー候補画素群と肌色候補画素群の平均色温度の差を最小」とすることを目的関数として前記係数の最適化を行うこともできる。

【0035】

さらに、上記2つの手法を併用して「グレー候補画素および肌色候補画素の個数最大」および「グレー候補画素群と肌色候補画素群の平均色温度の差最小」を目的関数として、前記係数の最適化を行うようにしてもよい。

このように2つを併用する方法によれば、より一層最適化の精度を上げること

ができる。

【0036】

光源色温度算出手段24では、上で最適化された係数 α_1 、 α_2 を用いて画像信号を変換し、グレーの黒体軌跡上のグレー候補画素群の平均色温度 T_g および肌色の黒体軌跡上の肌色候補画素群の平均温度 T_f を算出し、これから、撮影光源の色温度 T を算出する。これは、例えば、これらの平均をとって $T = (T_g + T_f) / 2$ としてもよいし、グレーの色を重視する場合には、 $T = T_g$ としてもよい。このようにして撮影光源の色温度 T が推定される。

【0037】

最後に、画像信号補正手段14では、黒体軌跡上で色温度 T から基準白色（例えば、5500K）へ変換する変換を求める。この変換は、R、B信号の一次変換

$$\begin{aligned} R'' &= \beta_1 R' \\ B'' &= \beta_2 B \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (4)$$

で表記でき、この係数 β_1 、 β_2 がベクトル β の成分となる。

画像信号補正手段14では、このベクトル β による変換を各画素に対して施し、以上により、各画素に対するホワイトバランス補正が完了する。

【0038】

以上の変換をまとめると、図2の点Aから基準白色（例えば、5500K）G1への変換は、ベクトル α およびベクトル β による変換の合成により実現され、これを式で表すと、次の式(5)となる。

$$\begin{aligned} R'' &= \alpha_1 \beta_1 R \\ G'' &= \alpha_2 G \\ B'' &= \beta_2 B \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (5)$$

なお、上記式(5)では、カラーバランスだけでなく、明るさの変化を含むので、G信号は不变として表現すれば、次の式(6)のようになる。

$$\begin{aligned} R'' &= (\alpha_1 \beta_1 / \alpha_2) R \\ G'' &= G \\ B'' &= (\beta_2 / \alpha_2) B \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (6)$$

【0039】

以下、本実施形態の作用を図4のフローチャートに沿って説明する。

まず、ステップ100において、デジタルカメラ（DSC）により、あるシーンをある光源の下において撮影する。

次にステップ110において、このDSCによって撮影された画像信号R、G、Bを入力する。

【0040】

ステップ120では、光源色温度推定手段12の係数乗算手段16、肌色候補検出手段18、グレー候補検出手段20および係数最適化手段22により、画像信号最適化処理が行われる。これは、DSCのAWB機能によって黒体軌跡からずれた画像信号をずれのない黒体軌跡近傍の信号（ローデータ）に戻すものである。係数乗算手段16では、すべての画像信号に所定の係数を乗算する。肌色候補検出手段18では、このデータを肌色の黒体軌跡と比較して黒体軌跡の肌色近傍にあると思われるデータ（肌色候補画素）を検出し、グレー候補検出手段20では、このデータをグレーの黒体軌跡と比較して黒体軌跡のグレー近傍にあると思われるデータ（グレー候補画素）を検出する。

【0041】

係数最適化手段22は、検出された肌色候補画素およびグレー候補画素の個数を数えこの個数が最大となるように、または、肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度の差が最小となるように、あるいはこの両方の条件が成立するように前記乗算の係数を設定しなおしてこの操作を繰り返して、係数を最適化する。

【0042】

ステップ130では、光源色温度算出手段24において、最適化された係数を乗算して得られる肌色候補画素群の平均色温度 T_f と、グレー候補画素群の平均色温度 T_g とから光源の色温度の推定値 T が算出される。

次に、ステップ140では、画像信号補正手段において、上で推定された光源色温度 T から基準白色（例えば、5500K）への補正量が決定される。そして、この補正量によりすべての画素に対しホワイトバランス補正が行われる。

最後に、ステップ150において、その他各種の画像処理等が施され、プリンタから仕上がりプリントとして出力される。

【0043】

また、以上のホワイトバランス補正方法を、コンピュータで実行可能なプログラムとして、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておけば、この記録媒体からプログラムを入力すれば任意の画像処理装置等で本発明のホワイトバランス補正方法が実行可能である。

【0044】

以下、より具体的な実施例について説明する。

(実施例1)

富士写真フィルム社製の代表的なDSC2機種で撮影した309コマのDSC画像からプリントを作成する際に、上で説明したホワイトバランス補正方法の性能のテストを行った。比較対象は、原画(DSCのAWBのみでそれに対し何の修正もせずそのまま出力したプリント)、及びDSCの撮影画像に対し従来技術によるホワイトバランス補正を行ったプリントである。プリントは、○△×で評価し、○のみを合格とした。

【0045】

まず、8ビットのDSC画像信号R、G、Bを被写体リニアなR0、G0、B0に変換した。これは以下のようにして行った。

DSCで撮影して得られる8ビットのDSC画像信号R、G、Bについて考えてみると、これは、まずCCDセンサで発生する被写体リニアなR0、G0、B0信号を次の式(7)のようにガンマ0.45の非線形変換を施し、

$$\begin{aligned} R1 &= 1.099 * R0^{0.45} - 0.099 \\ G1 &= 1.099 * G0^{0.45} - 0.099 \\ B1 &= 1.099 * B0^{0.45} - 0.099 \quad \dots \quad (7) \end{aligned}$$

その後、次の式(8)により、色差信号Y1、Cr1、Cb1を導き、

$$\begin{aligned} Y1 &= 0.30R1 + 0.59G1 + 0.11B1 \\ Cr1 &= 0.70R1 - 0.59G1 - 0.11B1 \\ Cb1 &= -0.30R1 - 0.59G1 + 0.89B1 \quad \dots \quad (8) \end{aligned}$$

色彩度を高めるための色差マトリックス演算をし、次の式(9)のように色差信号Y2、Cr2、Cb2に変換される。

$$Y2 = Y1$$

$$Cr2 = 1.625 Cr1 + 0.2734 Cb1$$

$$Cb2 = -0.08203 Cr1 + 1.6094 Cb1 \quad \dots \quad (9)$$

【0046】

そして、最後に、次の式(10)によりR、G、B信号に戻し、8ビット化することにより8ビットのDSC画像信号R、G、Bが得られる。

$$R = Y2 + Cr2$$

$$G = Y2 - 0.51 Cr2 - 0.18 Cb2$$

$$B = Y2 + Cb2 \quad \dots \quad (10)$$

従って、8ビットのDSC画像信号R、G、Bを被写体リニアなR0、G0、B0信号に変換するには、R、G、B信号からスタートして式(10)、式(9)、式(8)、式(7)と逆算しながら辿ればよいので、この逆算を行い被写体リニアなR0、G0、B0を得た。

【0047】

次に、被写体リニアな信号R0、G0、B0の最適化によるホワイトバランス補正量を算出した。

そのため、撮影したDSCの分光感度を用いて、予めグレーの黒体軌跡と、肌色の黒体軌跡を作成した。そして、これを用いて、R0、G0、B0信号の最適化計算を実施し、ベクトル α とベクトル β を求め、次の式(11)により、ホワイトバランス補正信号R''、G''、B''を得た。ここで最適化計算においては、グレー候補画素および肌色候補画素の個数が最大となり、肌色候補画素群の平均色温度とグレー候補画素群の平均色温度の差が最小になるように係数を最適化して行った。

$$R'' = (\alpha_1 \beta_1 / \alpha_2) R0$$

$$G'' = G0$$

$$B'' = (\beta_2 / \alpha_2) B0 \quad \dots \quad (11)$$

このホワイトバランス補正信号R''、G''、B''を8ビットの画像信号にする

には、式(7)、式(8)、式(9)、式(10)と順にたどればよい。この画像信号をプリンタから出力することで、ホワイトバランス補正されたプリントが得られた。

【0048】

このようにして得られた本発明のホワイトバランス補正によるプリントと原画及び従来技術によるものとを比較した結果を表1に示す。

(表1)

	原画	従来技術	本特許
合格率 (%)	65.3	78.3	90.0

表1に示すように、本特許は、従来技術より12ポイントほど合格率が高く、充分なホワイトバランス補正能力が示された。

【0049】

(実施例2)

前記実施例1では、DSCの機種名が既知であり、分光感度および色処理アルゴリズムも既知の場合であったが、本発明のホワイトバランス補正方法をプリンタ用ソフトとして利用するのであれば、機種が不明のDSC画像に対しても対応できること（ロバスト性を有すること）が望ましい。

そこで、本実施例2では、前記実施例1と同じ富士写真フィルム社製の代表的なDSC2機種で撮影した309コマのDSC画像、および各社製の15機種で同一シーン（16コマ）を撮影した240コマの画像に対し、機種不明とした場合のホワイトバランス補正テストを実施した。

【0050】

本実施例においては、たとえ機種がわからなくても、どの機種においても、分光感度と色処理アルゴリズムとの組み合わせにより、図5に示すような理想分光

感度B T 709の性能に近づけるようにしているはずであるから、すべての機種を理想分光感度を有するD S Cと見なして本発明のホワイトバランス補正を行った。

すなわち、本実施例では、黒体軌跡を求める際の式(2)におけるCCDセンサの分光感度分布S_iとして、図5に示すB T 709の分光感度分布を用いた。

また、理想分光感度を有するD S Cでは、色彩度を高める色処理アルゴリズムは不要であるため、8ビットのD S C画像信号R、G、Bを被写体リニアなR0、G0、B0に変換する場合に、実施例1のように式(10)～(7)と逆算しながら辿る必要はなく、直接、式(7)の逆算を行うことができる。

【0051】

理想分光感度B T 709を用い、予めグレーの黒体軌跡および肌色の黒体軌跡を作成しておき、これを用いて、実施例1と同様にR0、G0、B0信号の最適化計算を実施し、ベクトル α およびベクトル β を求めることにより、前記式(11)で表されるホワイトバランス補正信号R"、G"、B"を得た。

この信号に対し、式(7)のガンマ0.45の非線形変換を行った後、8ビットの量子化を行って8ビットの画像信号を得た。この画像信号をプリンタに印可することによりホワイトバランス補正されたプリントを得た。

【0052】

プリントの評価方法は、実施例1と同様であり、プリントは、○△×で評価し、○のみを合格とした。結果を次の表2に示す。

(表2)

	富士写真フィルム	各社製15機種16シーン(240コマ)		
	社製代表的機種			
	(309コマ)	原画	従来技術	本発明
	本発明			
合格率%	88.0	47.1	70.0	76.2

【0053】

表2に示すように、富士写真フィルム社製の代表的2機種(309コマ)については、本発明の合格率は若干下がるもの実施例1の場合とほぼ同じ合格率(88%)を維持しており、各社製15機種(240コマ)については、本発明の合格率の絶対値は低い(76%)ものの、従来技術に比べ6ポイントほど合格率が高かった。

合格率が低い理由は、原画の合格率がかなり低い(47%)ことからも窺えるように、評価シーンが少ない(16シーン)上に絵柄に偏りがあったためであり、実在のDSCを理想分光感度を有するDSCと見なしたためではないと思われる。

このように、実施例2によれば、本発明のホワイトバランス補正方法は、同一ソフトで全機種に対応することができ、分光感度および色処理アルゴリズムの未知の機種であっても、充分にホワイトバランス補正を行うことが可能である。

【0054】

以上詳細に説明したように、本実施形態によれば、DSC画像中のグレーおよび/または肌色情報のみを用いたアルゴリズムを構築し、プリント作成時のホワイトバランス補正を行うようにしたため、上記各実施例にも示すように、従来技術に比して格段の補正能力を有している。また、従来技術で問題であった画像全体が色味づいている場合に、それが撮影光源によるものか、または被写体による

ものかの識別力が極めて高く、特に日陰、曇りの高色温度シーン（7000～10000K）では、ほぼ完璧な補正能力を示し、従来では、全体に青みがかり顔色も沈んだプリントであったものが、生き返ったように白色、肌色も自然なプリントを得ることができた。

なお、上記実施形態では、DSC画像について説明したが、DSCに限定されず、カラーネガフィルムに撮影された画像についても、本発明のホワイトバランス補正方法を適用することができる。

【0055】

以上、本発明のホワイトバランス補正装置及びホワイトバランス補正方法並びにその方法を実行するためのプログラムを記録した記録媒体について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変更を行ってもよいのはもちろんである。

【0056】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明によれば、入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび／または肌色の色情報のみを用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定し、これによりホワイトバランスを補正するアルゴリズムを構築するようにしたため、どのような入力画像に対しても、また、撮影に用いられたDSCの機種にかかわらず、ホワイトバランス補正を適正に、かつ高い得率で実現することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るホワイトバランス補正装置の一実施形態の概略を示すブロック図である。

【図2】 本実施形態においてホワイトバランス補正の原理を示すための色度図である。

【図3】 典型的なCCDセンサの分光感度分布を示す線図である。

【図4】 本実施形態の作用を示すフローチャートである。

【図5】 BT709の分光感度分布を示す線図である。

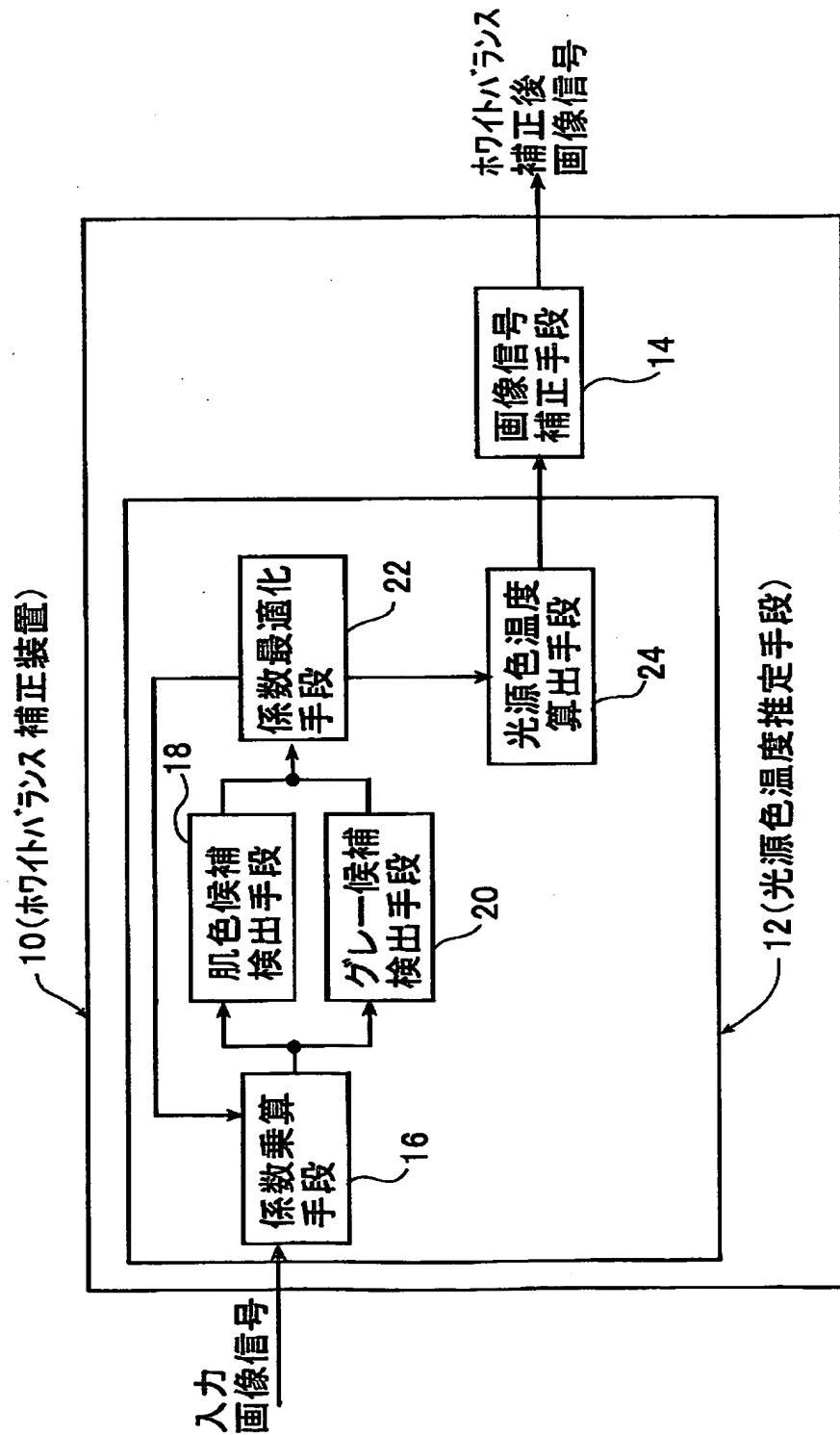
【符号の説明】

- 10 ホワイトバランス補正装置
- 12 光源色温度推定手段
- 14 画像信号補正手段
- 16 係数乗算手段
- 18 肌色候補検出手段
- 20 グレー候補検出手段
- 22 係数最適化手段
- 24 光源色温度算出手段

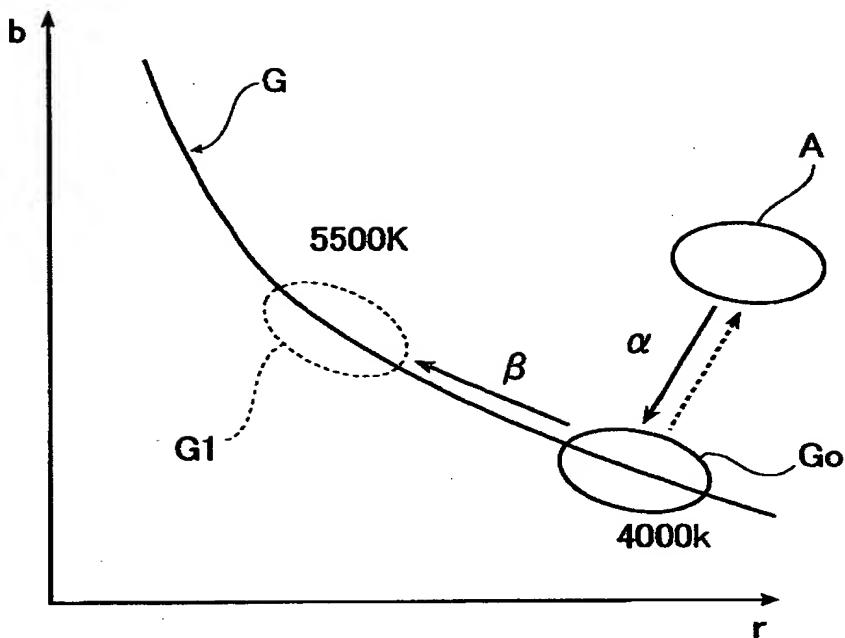
【書類名】

図面

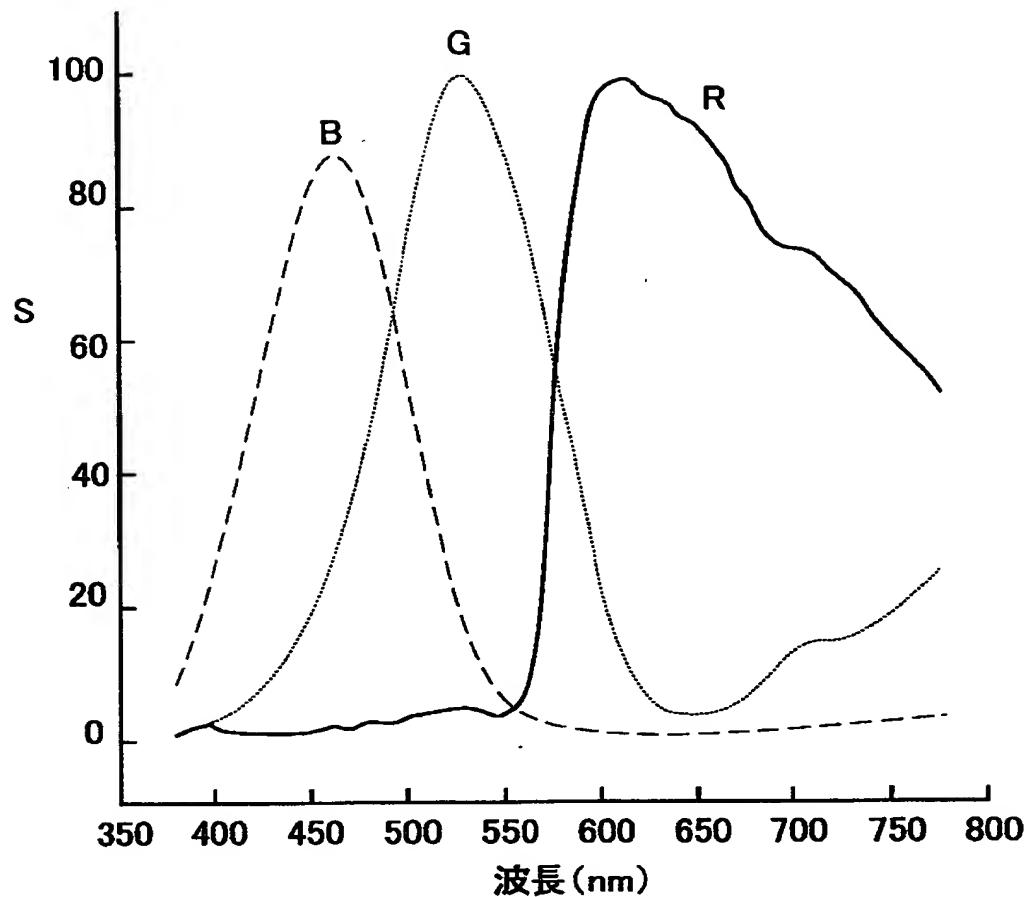
【図1】



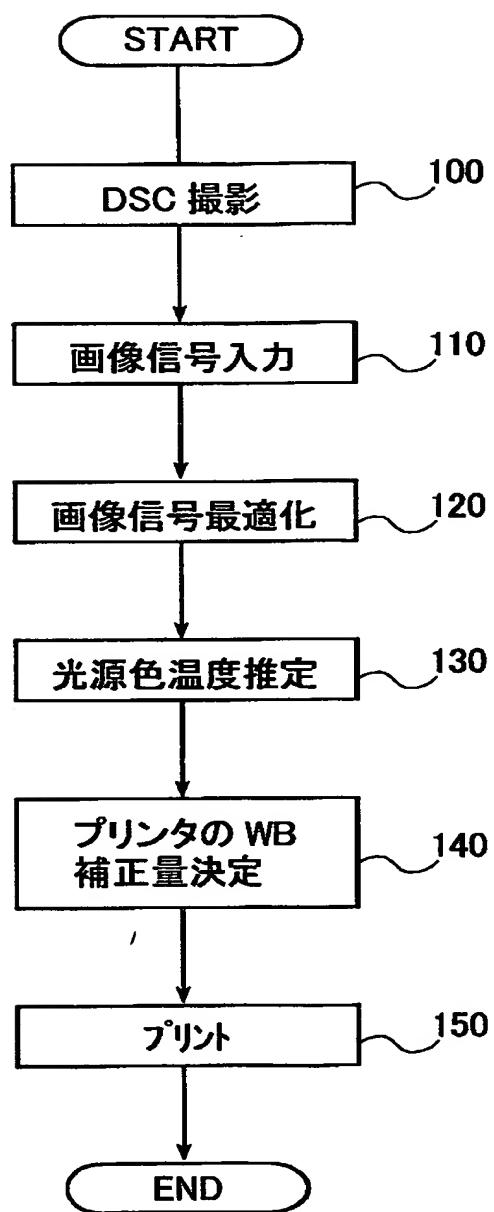
【図2】



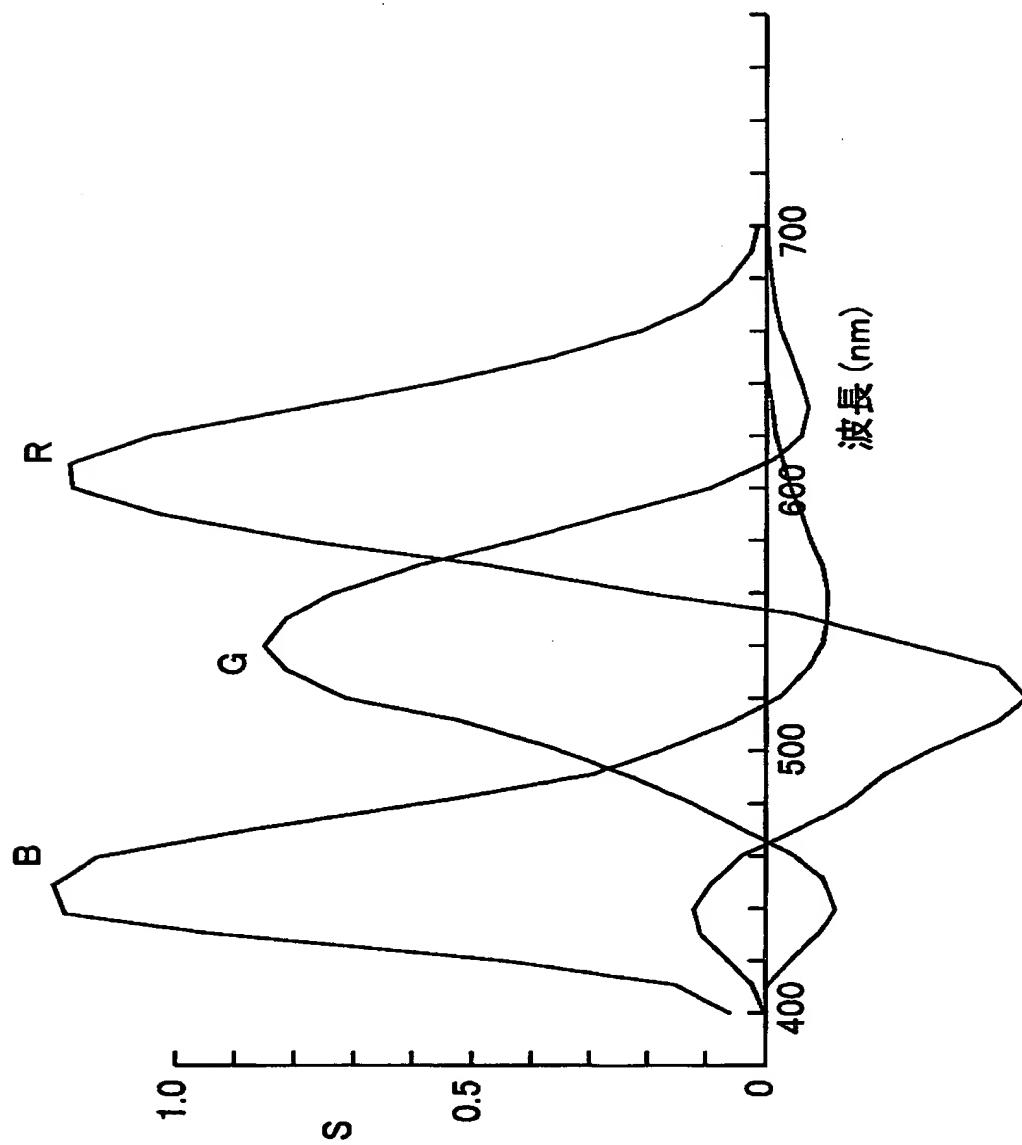
【図3】



【図4】



【図5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 入力画像からプリントを作成する際、ホワイトバランス補正を適正に行う。

【解決手段】 入力されたカラー画像中に含まれるグレーおよび／または肌色の色情報を用いて、前記カラー画像を撮影した際の撮影光源の色温度を推定し、該推定された色温度により、前記カラー画像の画像信号を補正することを特徴とするホワイトバランス補正方法を提供することにより前記課題を解決する。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地

氏 名 富士写真フィルム株式会社